

Revista Española de Documentación Científica

41(3), julio-septiembre 2018, e214

ISSN-L:0210-0614. <https://doi.org/10.3989/redc.2018.3.1512>

ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica

Elia Quirós*, María-Eugenia Polo**

* Universidad de Extremadura, Escuela Politécnica

Correo-e: equiros@unex.es | ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8429-045X>

** Universidad de Extremadura, Centro Universitario de Mérida

Correo-e: mepolo@unex.es | ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7598-9998>

Recibido: 10-09-2017; 2ª versión: 10-01-2018; Aceptado: 15-02-2018

Cómo citar este artículo/Citation: Quirós, E.; Polo, M. E. (2018). Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 41 (3): e214. <https://doi.org/10.3989/redc.2018.3.1512>

Resumen: Muchas disciplinas científicas utilizan, en un porcentaje muy alto de casos, información que es susceptible de ser georreferenciada. El investigador necesita información cartográfica para mostrar tanto las localizaciones como las relaciones espaciales entre estas. La disponibilidad de recursos cartográficos en la red es considerable, aunque también lo es su dispersión y en algunos casos, su falta de documentación. La aparición de los Globos Virtuales, el desarrollo de aplicaciones gratuitas, las políticas de difusión pública de datos geográficos, los movimientos *open software* y *open data* y las iniciativas de información geográfica voluntaria, han contribuido a aumentar la oferta de datos disponibles en el mundo de la geoinformación. El objetivo de este trabajo es proporcionar información acerca de una serie de recursos cartográficos gratuitos en la red para trabajos de investigación y documentación científica. La gran cantidad de recursos cartográficos disponibles actualmente se debe, además de al desarrollo tecnológico, al cambio de mentalidad de sus estamentos generadores, enriqueciendo con ello la documentación científica disponible para la investigación.

Palabras clave: recurso cartográfico; investigación; datos geográficos; geoinformación; información espacial; metadatos.

Open resources on geographic information for research and scientific documentation

Abstract: Many scientific disciplines make use, in a high percentage of cases, of information which could be georeferenced. Researchers need cartographic information to show, not only locations, but also the spatial relation between them. The availability of cartographic resources online is substantial, but their dispersion and, in some cases, the lack of documentation, is an important issue. The appearance of Virtual Globes, the development of free applications, the policies of public diffusion of geographical data, the open software and open data trends and the initiatives of voluntary geographical information contribute to increase the available data in the geo-information sphere. The aim of this work is to provide information about a series of free web cartographic resources available for research and scientific documentation. The large amount of available cartographic resources nowadays is due, not only to the technological development, but also to a change of the set of mind in their producer entities, thereby enriching the amount of scientific documentation available for research purposes.

Keywords: cartographic resources; research; geographic data; geoinformation; spatial information; metadata.

Copyright: © 2018 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que el 70 % de la información que se maneja en el conjunto de las disciplinas científicas está georreferenciada, o lo que es lo mismo, tiene una ubicación geográfica concreta (Felicísimo, 2013). En multitud de artículos se usan mapas para mostrar no sólo localizaciones geográficas, sino relaciones espaciales más o menos complejas. Como los avances tecnológicos permiten, a la hora de redactar una publicación científica, incluir todo tipo de mapas, se ha pasado de redactar artículos con descripciones textuales a poder incluir información gráfica georreferenciada de las más diversas fuentes (Jiménez Pelayo, 1996).

Es casi una obviedad decir que en los últimos años hemos asistido a una revolución importante en el mundo de la geoinformación. Evidentemente en la era de Internet, parece que «todo está en la Red». La cantidad de información disponible es cada vez mayor, así como su dispersión y en casos, su falta de documentación. Hace unos años debíamos digitalizar cartografía impresa asumiendo fuentes de error y degradando la información original. Actualmente, eso no es necesario pero nos encontramos con dos problemas principales: buscar la información en la red y comprobar su calidad y fiabilidad (Felicísimo, 2013). Buscar información en la red es relativamente fácil; gracias a la era de los datos abiertos, existen cada vez más organismos públicos y privados conocidos y solventes que ofrecen de forma gratuita y abierta este tipo de información. Hay que matizar, que, aunque la situación ha mejorado sustancialmente en los últimos años, dista de ser la idónea. Aproximadamente el 11% de los datos públicos en el mundo son abiertos y en el caso de la información geográfica, solo el 10% está disponible¹. En cuanto a la UE, no en todos los países hay datos y servicios abiertos, pues se cobra por los servicios de descarga de información geográfica en demasiados países. La situación en España es excepcional y, aun así, es irregular. Muchos Ayuntamientos, organismos públicos y Comunidades Autónomas, siguen comercializando información geográfica (Rodríguez y otros, 2015).

De documentar la calidad y fiabilidad de los datos geográficos se deben encargar los metadatos, que deben proporcionar información sobre esa geoinformación y deberían acompañar a cualquier conjunto de datos espaciales que visualicemos o descarguemos. Los metadatos son fundamentales para explotar la información geográfica digital en general y deben contener información acerca de su origen y las transformaciones que han sufrido (Ariza López y otros, 2012). Desgraciadamente, no todos los recursos cartográficos disponibles vienen acompañados de sus correspondientes metadatos.

Una carencia a la hora de tratar con datos cartográficos es su correcta catalogación y citación en los trabajos de investigación. En publicaciones como la *Guía para la redacción de referencias bibliográficas de documentación cartográfica* (Rueda Murria y Santamaría Gutiérrez, 2015) se constata la carencia observada en los ámbitos académicos español y portugués a la hora de redactar referencias bibliográficas de forma completa, dada la variedad de tipologías de documentos cartográficos existentes.

Otro aspecto a considerar es el cambio de mentalidad en cuanto a la idea de compartir recursos cartográficos desde los organismos públicos generadores de este tipo de información. La Orden FOM/2807/2015 de 18 de diciembre (BOE, 2015) aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) es el responsable de la difusión, distribución y comercialización de los datos. La Ley 14/2010 de 5 de julio (LISIGE, 2010), relativa a las infraestructuras y servicios de información geográfica en España, supuso la trasposición a la legislación española de la Directiva 2007/2/CE de 1 de marzo por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE, 2007). En esta norma se indica que las infraestructuras de información geográfica de los Estados miembros de la Unión Europea deben estar concebidas para que se garantice el almacenamiento, disponibilidad y mantenimiento de los datos espaciales de diversas fuentes en todos los estados miembros. Ambas normas establecen la obligatoriedad de ofrecer una serie de servicios de información geográfica de forma gratuita, en concreto los servicios de localización y visualización de datos espaciales en España.

En febrero de 2018, la Asociación Española de Normalización (UNE) publicó la nueva norma española UNE 148004:2018 "Datos geográficos abiertos" que define los requisitos que deben cumplir un conjunto de datos geográficos para ser considerados abiertos².

A lo largo de este texto se hará referencia a información cartográfica disponible a los ciudadanos a través de servicios web gratuitos, libres y abiertos basados, en la mayoría de los casos, en la directiva INSPIRE, en las normas ISO (familia de normas 19100) y conforme a los estándares definidos por el *Open Geospatial Consortium* (OGC)³. Esta entidad, que aglutina a organizaciones públicas y privadas, define estándares abiertos e interoperables dentro de los sistemas de información geográfica y la *World Wide Web*. El OGC ha desarrollado diferentes estándares, entre los que destacan los servicios *Web Map Service* (WMS) y *Web Feature Service*

(WFS), entre otros. Ambos servicios proporcionan una interfaz para solicitar información geográfica; en el primer caso la respuesta obtenida son una o más imágenes de mapas y objetos vectoriales individuales, y en el segundo entidades vectoriales. La gran ventaja que ofrecen estos servicios estándar es que pueden ser visualizados o explotados desde cualquier *software* SIG o aplicación.

Los datos geográficos se emplean tanto en las disciplinas científico-técnicas como en el campo de las ciencias sociales y humanas, por lo que el perfil del investigador que necesita recursos cartográficos es tan amplio como son los campos científicos. Además los datos geográficos tienen por su naturaleza unas características diferenciales que los convierten en una información difícil de almacenar, consultar y preservar a largo plazo (Ariza López y otros, 2012).

A la revolución de medios de generación y obtención de recursos cartográficos, le sigue una creación de neologismos por la necesidad de definir nuevos conceptos como geoinformación, geoportales, geosociedad, cartografía voluntaria o neocartografía, que se han instalado ya en el lenguaje relativo a la información geográfica (Rodríguez Mellado, 2011).

El desarrollo de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG) gratuitas, los movimientos *open data* y *open software* y la posibilidad de obtener bases de datos cartográficas abiertas a través de internet, junto con la llamada cartografía voluntaria, abren otra perspectiva para la obtención de recursos cartográficos para diversos fines, entre ellos la investigación y documentación científica.

El propósito de este artículo es proporcionar al investigador que necesita información cartográfica para sus estudios, pero que no necesariamente tiene un perfil técnico en la materia, una serie de recursos útiles para sus trabajos de investigación y documentación científica.

En este contexto entendemos el recurso cartográfico en un sentido amplio, no sólo es el mapa tradicional en el actual formato digital, sino datos geográficos en general, que, aunque no estén representados en un mapa, tienen una componente geoespacial asociada que hace que sean susceptibles de ser representados en cualquier momento y, por tanto, ser considerados como un recurso cartográfico.

Antes de consultar los recursos cartográficos propuestos, es útil recordar una serie de conceptos geográficos y cartográficos que se pueden consultar en diferentes glosarios de términos^{4,5}.

2. RECURSOS CARTOGRÁFICOS PARA INVESTIGACIÓN Y DOCUMENTACIÓN CIENTÍFICA

Catalogar los recursos cartográficos que podría necesitar un investigador puede ser una ardua tarea. Actualmente, disponemos de una gran cantidad de mapas, planos, cartas náuticas, imágenes aéreas, ortofotos, imágenes de teledetección, atlas, documentos urbanísticos, documentos en soporte multimedia, mapas temáticos y datos, en general, con una componente geoespacial.

Reseñamos a continuación una serie de recursos disponibles para descargar o analizar productos cartográficos aplicables a trabajos de investigación y documentación científica diferenciados según la escala, esto es, información de ámbito municipal, regional o autonómico, nacional e internacional. Se hará también mención a otras fuentes de información como foros o blogs, cartotecas y al *software* libre habitualmente usado por los investigadores para el tratamiento de la información espacial.

2.1. Información de ámbito municipal

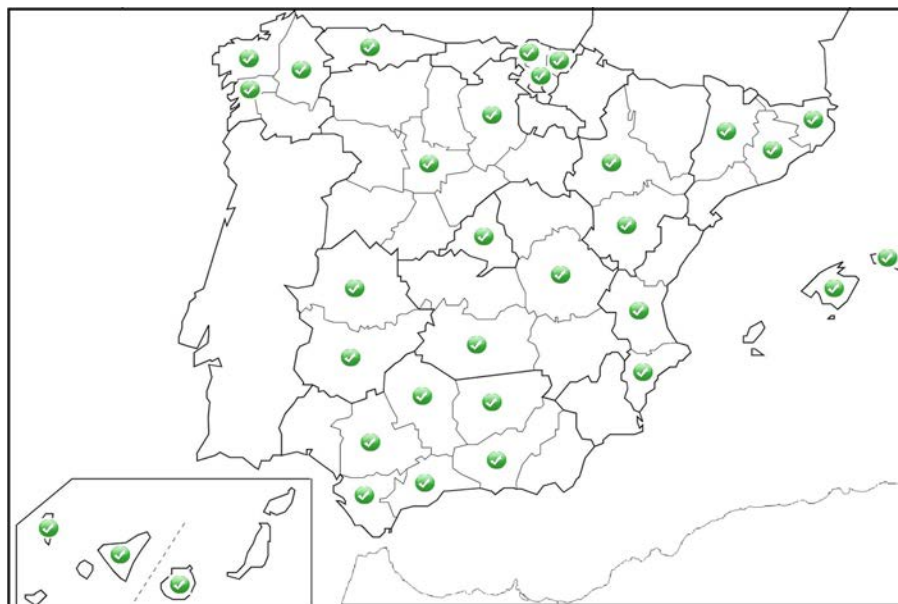
Numerosas ciudades en nuestro país poseen una Infraestructura de Datos Espaciales (en adelante IDE), es decir, un sistema informático que permite acceder y gestionar datos geográficos en la web, cumpliendo con las normas que garantizan la interoperabilidad. Para el gestor supone una herramienta fundamental para la administración de los recursos locales; para el ciudadano, la posibilidad de consultar y descargar información geoespacial como callejeros, líneas de autobús, cartografía antigua, planeamiento o situación de determinados servicios, entre otras muchas opciones.

Dado el gran número de localidades que poseen información espacial disponible y la imposibilidad de reseñarlas todas, se muestra en la figura 1 las principales provincias que a nivel municipal poseen algún tipo de servicio IDE, según la página de la Infraestructura de Datos Espaciales de España⁶.

2.2. Información autonómica y regional

Desde un punto de vista autonómico hacemos referencia al mismo enlace anterior de los proyectos IDE autonómicos de la página de la Infraestructura de Datos Espaciales de España⁷. Desde estos enlaces el usuario tiene acceso, en general, a un servicio de descarga de datos geográficos de su comunidad. Se observa que la totalidad de las comunidades autónomas poseen dicho servicio.

Además de dichos proyectos a escala regional, disponemos de otra serie de conjuntos de datos abiertos gestionados por diferentes organismos.

Figura 1. Proyectos IDE a nivel local en España

Por ejemplo, las Confederaciones Hidrográficas, cuyo objetivo es gestionar y planificar los recursos hídricos de una o más cuencas hidrográficas, además de proteger el dominio público hidráulico, controlar la calidad de las aguas y crear y mantener las infraestructuras necesarias para el riego y el abastecimiento de agua, disponen de IDE y geoportales en los que ponen a disposición múltiple información. En este enlace del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente⁸ se puede acceder a las webs de las 9 Confederaciones Hidrográficas (figura 2) de nuestro país con posibilidad de descarga o visualización de mapas de cuenca, geológicos, imágenes de satélite, etc. En el ámbito hidrológico además existen otros visualizadores cartográficos a nivel regional, como el de la demarcación hidrográfica de Galicia-Costa⁹ que posibilitan la descarga de múltiple información, o la Agencia Catalana del Agua¹⁰, que pone al alcance de los usuarios un conjunto de aplicaciones de consulta para extraer datos relacionados con el agua y el medio.

Por otro lado, existen varios institutos cartográficos autonómicos como el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña¹¹, el Instituto Cartográfico de Valencia¹² y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía¹³ que permiten descargar además de las bases cartográficas de referencia, callejeros, ortofotos y cartografía de detalle.

Existe un largo etcétera de geoportales e IDE a nivel autonómico que ponen a disposición del público información georreferenciada, bien para su descarga, o mediante servicios WMS (*Web Map Service*)

o WMTS (*Web Map Tile Service*) de visualización. Se recomienda consultar la lista de servicios estándar de la Infraestructura de Datos Espaciales de España¹⁴ y hacer una consulta a nivel autonómico.

Otras iniciativas de apoyo a la investigación son los servicios cartográficos de origen universitario. Algunos ejemplos, entre otros, son el servicio de Cartografía de la Universidad de León¹⁵ con posibilidades de descarga de cierta información y el Servicio de Cartografía Digital e Infraestructura de Datos Espaciales (SECAD)¹⁶ de la Universidad de Extremadura, con descarga de datos a través de la Base del Conocimiento.

2.3. Información de ámbito nacional

La ya mencionada web de la página de Infraestructura de Datos Espaciales de España¹⁷ recoge también proyectos pertenecientes a organismos públicos de la Administración General del Estado (Ministerios) y organizaciones de ámbito estatal.

Entre estas organizaciones destacamos el centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)¹⁸ perteneciente al Instituto Geográfico Nacional con acceso a descargas de mapas en formato ráster (matrices de celdillas o píxeles), formato vectorial (formas geométricas tales como puntos líneas o polígonos), fotogramas y ortofotos de vuelos, modelos digitales de elevaciones y mapas impresos escaneados, entre otras opciones (figura 3).

Figura 2. Visualizador Geográfico de Redes de Control de la Confederación Hidrográfica del Guadiana**Figura 3.** Web del Centro de Descargas del CNIG

De entre todas las posibles descargas cabe mencionar las ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)¹⁹ con resolución de 25 o 50 cm y los modelos digitales de elevaciones (en adelante MDE) del territorio español con una periodicidad de 2 o 3 años. Recientemente se han puesto a disposición también los datos LiDAR (*Light Detection and Ranging*) que son nubes de puntos tridimensionales y los fotogramas de vuelos históricos que han abierto un abanico de posibilidades para la investigación en muchos ámbitos.

Perteneciente asimismo al Ministerio de Fomento, y de reciente creación, el Sistema de Informa-

ción Urbana (SIU)²⁰, dispone de un visualizador que permite realizar consultas de planeamiento urbanístico y complementar dichas consultas con datos de usos de suelo e incluso con mapas de riesgo. Igualmente puede accederse a la información ofrecida mediante el visualizador de Google Earth.

En otro orden de cosas, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) pone a disposición un servicio de descargas²¹ que comprende documentos relacionados con el proyecto IDE del Ministerio, así como mapas totalmente preparados para su impresión y cartografía en formato vectorial y ráster. La información

está estructurada en áreas de actividad y cubre sectores como agricultura, biodiversidad y agua, entre otros. Uno de los recursos más destacados se encuentra dentro de esta última área y es el Sistema integrado de Información del Agua (SIA)²² que además cuenta con un centro de descargas con información en formatos Excel y vectorial, que pueden servir de base para ejecutar estudios propios, y mapas ya elaborados. También, desde este mismo servicio de descargas, pero en el área del Banco de Datos de la Naturaleza, podemos encontrar cartografía de libre descarga, por ejemplo, el mapa Forestal de España (MFE)²³ que sitúa y clasifica las masas forestales en nuestro país.

Estrechamente relacionado con los usos del suelo a nivel nacional se encuentra el visualizador del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)²⁴, que identifica geográficamente las parcelas declaradas por agricultores y ganaderos. Hasta hace pocos años, era el visor de ortofotos más conocido y consultado a nivel nacional. El sistema consta de un mosaico de ortofotos digitales, sobre las que se superponen los planos parcelarios de catastro de rústica, de forma que para cada referencia concreta el sistema proporciona automáticamente la imagen en pantalla de la parcela referenciada, permitiendo asimismo su impresión en papel.

En este ámbito también es destacable el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE)²⁵ que está integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT). La información de coberturas y usos de suelo es posible a través de un visualizador o descargando los datos. Su descarga se realiza desde el centro de descargas del CNIG y dispone de una herramienta de escritorio (SIOSE *desktop*) para la explotación de los datos del modelo.

Por otro lado, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME)²⁶, que es un Organismo Público de Investigación (OPI) adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad, permite la visualización, consulta y descarga de mapas geológicos y temáticos en formato JPEG georreferenciado. Admite la descarga de información vectorial, pero previa solicitud y pago.

Al mismo tiempo cabe mencionar CartoCiudad²⁷, proyecto colectivo en el que colaboran varias Administraciones públicas lideradas por el IGN, de producción y publicación de datos espaciales relativos a la red viaria continua, la cartografía urbana y toponimia, códigos postales y distritos y secciones censales. Aunque el visualizador sólo posibilita la consulta del proyecto, a través del CNIG se puede descargar toda la cartografía en formato vectorial

e incluso dispone de una sección de cálculos con herramientas para obtener coordenadas geográficas a partir de direcciones postales y viceversa, así como la distancia entre dos puntos siguiendo el trazado viario. Como complemento, la información catastral es susceptible de ser consultada en la Sede Electrónica del Catastro²⁸, que además dispone de servicios de visualización WMS y de descarga en formato vectorial.

Por otra parte, recientemente se ha creado el archivo topográfico nacional de lindes (ATNL)²⁹ elaborado por el Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica para la realización de tareas relacionadas con el deslinde y la propiedad inmobiliaria. Esta base de datos está compuesta por los trabajos de deslindes realizados por los colegiados y permite la incorporación de nuevas mediciones para hacerlas públicas.

Como complemento, otra fuente de datos muy relevante para la investigación la encontramos en el portal del Instituto Nacional de Estadística (INE)³⁰, que ofrece, no tanto información cartográfica, sino datos estadísticos que nos sirven para completar la información gestionada en un SIG. También la Agencia Estatal de Meteorología (AE-MET)³¹ se ha sumado recientemente a la política de datos abiertos y ha incluido en su servicio web una API (*Application Programming Interface*) a través del cual se pueden descargar gratuitamente datos tanto climatológicos de observación, como predictivos a integrarlos en un SIG.

Finalmente, cabe señalar que otras instituciones públicas, como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), son partícipes en visualizadores específicos como el servidor cartográfico de recursos sociales³², que es un geoportal de información sobre recursos sociales para personas mayores en España, la Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica (IDEARQ)³³, y ANTHOS³⁴, en colaboración con el Real Jardín Botánico de Madrid, que muestra información sobre la biodiversidad de las plantas de España, entre otros.

2.4. Organizaciones internacionales

Ante la imposibilidad de referir todos los posibles recursos a escala internacional, seleccionamos aquí una serie de ellos, comenzando con las iniciativas de IDE transfronterizas³⁵ reseñadas en la web de la Infraestructura de Datos Espaciales de España y correspondientes a países vecinos.

En el ámbito europeo destacamos varias iniciativas tales como, *EuroGlobalMap*³⁶ que es una base de datos topográfica a escala 1: 1.000.000 que cubre toda Europa, con información sobre límites

administrativos, hidrología, redes de transporte, localizaciones y toponimia generada por EuroGeographics, la asociación de IGN y Catastros europeos. También la *European Environment Agency* (EEA)³⁷, que es una agencia de la Unión Europea que posibilita descargarse, entre otras opciones, capas ráster del *Corine Land Cover*. Asimismo, la *European Soil Database*³⁸ es una base de datos, dependiente de la Comisión Europea, que permite descargar mapas ráster de 1 km de resolución de los tipos de suelos de Europa. Por último, el proyecto *European Location Framework* (ELF)³⁹, que terminó en octubre de 2016, y que pretende generar una plataforma de servicios web con los datos procedentes de los Institutos Geográficos Europeos conforme a la directiva INSPIRE.

En el año 2017 finalizó el proyecto europeo ENERGIC OD (*European NEtwork for Redistributing Geospatial Information to user Communities - Open Data*), que ha sido financiado por la Unión Europea y persigue facilitar el uso de datos geográficos abiertos procedentes de diversas fuentes a través un *hub* virtual⁴⁰.

A escala mundial disponemos de otras muchas iniciativas entre las que destacamos la *Global Administrative Areas* (GADM)⁴¹, que es una base de datos de límites administrativos en formato shapefile, base de datos ESRI, RData y kmz, para su uso en un SIG. Igualmente, la base de datos *Natural Earth*⁴² que admite la descarga de datos en 3 niveles de detalles diferentes (escalas 1:10 M, 1:50 M, 1:110 M) en formatos ráster y vectorial. Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación dispone de FAO GeoNetwork⁴³, un catálogo de datos espaciales con acceso a imágenes de satélite, bases de datos y mapas interactivos.

En último término hay que destacar el *United Nations Environment Programme* (UNEP)⁴⁴ que es una base de datos con información estadística mundial con datos espaciales relativos a población, bosques, clima, desastres naturales y salud y WorldMapper⁴⁵, para consulta, y en algunos casos descarga en formato PDF, de mapas del mundo redimensionados según la variable a representar. Para el caso de fuentes de cartografía histórica citamos iniciativas como *OldMapsOnline*⁴⁶ o la colección de mapas de David Rumsey⁴⁷.

2.5. Cartotecas en las universidades, centros públicos y privados

Como se indicaba en la introducción, los datos geográficos presentan unas características definidas que justifican la necesidad de la existencia de personal especializado para su gestión en

el ámbito de bibliotecas y cartotecas. El perfil del geobibliotecario no parece todavía necesario en las bibliotecas españolas, mientras que en Estados Unidos, por ejemplo, a la figura del *geo-librarian* se le requiere una formación específica en el uso de SIG (Granell Canut y Aguilar Moreno, 2013). Se advierte en algunos sectores de la gestión de los datos geográficos, como es el caso de las bibliotecas universitarias españolas, el desconocimiento general de la importancia de los datos geográficos para investigación y se detecta una carencia de herramientas para facilitar servicios geográficos a la comunidad universitaria (Aguilar Moreno y Granell Canut, 2015), que es la responsable de un alto porcentaje de las publicaciones de investigación en nuestro país.

En este apartado, se debe hacer especial mención a Ibercarto⁴⁸, un grupo de trabajo de Cartotecas Públicas Hispano-Lusas que aglutina a profesionales españoles y portugueses de la documentación cartográfica y que fue creado en el año 2004. Desde su página web se accede al directorio de cartotecas españolas y portuguesas, así como a las webs de cartotecas digitales españolas.

2.6. Interfaces de visualización

De sobra conocidas por casi todos los públicos, estas interfaces de visualización son las principales responsables de lo que se ha dado en llamar la democratización en el uso de la cartografía.

Una de las webs más populares usadas, tanto por un público técnico como por usuarios no expertos en cartografía, es Google Maps⁴⁹, un servidor no estándar de mapas web y fotografías de satélite que fue lanzado en 2005.

Google Earth⁵⁰ apareció también en 2005, tras comprar Google la aplicación comercial a la empresa Keyhole Inc. La versión gratuita posibilita el acceso a un globo virtual y visualizar cartografía de todo el planeta con una base de fotografía por satélite. También utiliza servicios web que no son ni estándar ni interoperables.

Continuando con Google, Street View⁵¹ es una prestación añadida a las dos aplicaciones anteriores que proporciona panorámicas de calles con una libertad de movimientos de 360° en horizontal y 290° en vertical. Un aspecto a tratar, en especial con Google Street View, es el derecho a la privacidad, de tal modo que las fotografías deben ser modificadas difuminando caras y otros detalles, como matrículas, susceptibles de permitir la identificación de los usuarios.

El último lanzamiento de Google Maps es Indoor Maps⁵² que permite ver mapas interiores de deter-

minadas localizaciones como aeropuertos, centros comerciales, estadios o museos, en general, grandes espacios públicos.

Como competidor de Google apareció Bing Maps⁵³ lanzado por Microsoft en el 2005 para su buscador Bing y hay un buen número de aplicaciones similares que se denominan Globos Virtuales, como ArcGIS Earth⁵⁴, WorldWin⁵⁵ de la NASA, Marble⁵⁶, que ofrece información no solo de la Tierra sino de otros planetas y la Luna.

A pesar de la gran popularidad de estas aplicaciones hay que recordar que son servicios web no estándar y no interoperables como sí ocurre con los servicios OGC, como WMS, WMTS, WFS y WCS.

Finalmente, hay que destacar que existen Servicios Web de Mapas (WMS) que son servicios web que utilizan interfaces de visualización estándar definidos por el mencionado OGC, como los ya nombrados de las IDE o del IGN. Es de destacar del IGN los visualizadores temáticos para sismología y actividad volcánica, comparadores de mapas o IBERPIX⁵⁷ (figura 4), que es una aplicación web de mapas e imágenes fiable y oficial, que tiene como objetivo facilitar la localización de diferentes espacios a lo largo de todo el territorio nacional. Dicha aplicación ofrece gran cantidad de capas tales como hojas del Mapa Topográfico Nacional, ortofotografías aéreas y satelitales e incluso datos temporales en formato GPS, KML o GeoJSON que puede cargar el propio usuario.

2.7. La cartografía voluntaria

Si la información geográfica es actualmente usada por diferentes personas con diferentes fines, no

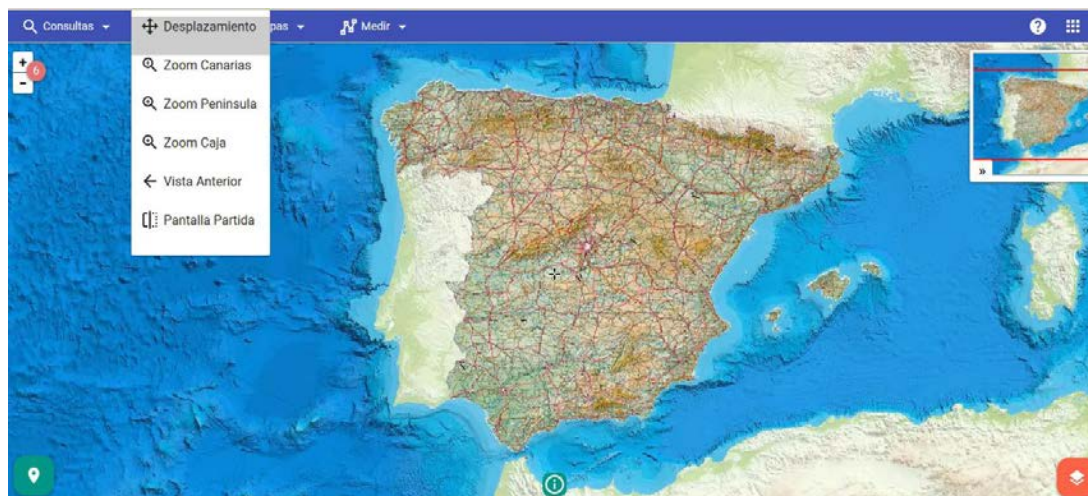
sólo los estrictamente profesionales, su generación también está abierta a la participación ciudadana (*crowdmapping*). Existen diversos proyectos cartográficos en los que la colaboración voluntaria de ciudadanos es la base (Ramos y Roset, 2012) y que tienen restricciones de derechos de autor que no impiden su uso. El potencial de la cartografía colaborativa o información geográfica voluntaria necesita asimismo de indicadores de calidad (Marín López-Pastor, 2015). Como base de los proyectos cartográficos colaborativos aparecen las llamadas *Mapping parties* o encuentros de personas que se reúnen para cartografiar de forma colectiva diferentes lugares usando principalmente receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

Uno de los principales proyectos colaborativos es *OpenStreetMap* (OSM)⁵⁸, para la creación de mapas libres y editables de calles y carreteras usando la información capturada por usuarios voluntarios con receptores GNSS y ortofotos. Los datos, una vez seleccionados en el visualizador de OSM, pueden ser exportados y descargados con una licencia similar a una CC BY-SA (*Creative Commons Atribución-CompartirIgual*).

Como un servicio construido sobre la API de Google Maps, aparece en el 2006 Wikimapia⁵⁹, que es una web creada con el objetivo de combinar mapas de Google con un sistema wiki. La idea es que cualquier usuario pueda añadir información en forma de notas o *tags* sobre polígonos dibujados sobre los mapas, o editar y corregirlas de forma anónima.

*Crowdmap*⁶⁰ se lanzó en el 2010 y es la versión en la nube de Ushahidi, una aplicación en código abierto para recabar, organizar y visualizar datos geográficos. Ushahidi tiene su origen en Kenia en

Figura 4. Interface de IBERPIX



Fuente: IGN.

2008, cuando se creó un proyecto que canalizaba datos sobre la violencia generada a raíz de las elecciones. Debemos referir aquí el concepto de *mapping*, donde se usa la información espacial para coordinar movimientos de activismo ciudadano.

No tanto como un proyecto cartográfico colaborativo pero sí una experiencia colaborativa en el ámbito de la geolocalización aparece el Geocaching⁶¹, entrando en el mundo del deporte, la aventura y la relación con la naturaleza de personas de todas las edades.

2.8. Listas, foros, blogs y revistas

En el ámbito cartográfico, las listas son espacios de consulta e intercambio de información entre los usuarios suscritos. Hay que destacar RedIRIS como red académica y de investigación española que, perteneciente al Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, presenta un autoservicio para la creación y gestión de listas de distribución. En este enlace⁶² es posible consultar las diferentes listas agrupadas por categorías, por ejemplo, Sistemas de Información Geográfica, dentro de la categoría de Geografía.

Por otro lado, foros como Cartesia⁶³ nos permiten consultar sobre conceptos y servicios y son puntos de noticias y debates en el ámbito de la geoinformación.

Igualmente son destacables colectivos como OSGeo⁶⁴ (*Open Source Geospatial Foundation*) o Geoinquietos⁶⁵ que disponen de listas de correos y blogs para conversar sobre el desarrollo de *software* geoespacial de código abierto o ciencias de la Tierra.

Al mismo tiempo, los blogs sobre cartografía, geomática o SIG son numerosos y gozan de buena salud. Baste decir que recientemente se ha celebrado en Valencia el I Encuentro Nacional de Geobloggers⁶⁶ organizado por la revista Mapping⁶⁷ y la Universidad Politécnica de Valencia.

Además de la citada revista Mapping, disponemos también como recurso documental gratuito de una serie de revistas digitales como Topcart⁶⁸, el Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles⁶⁹, la revista CT/Catastro⁷⁰, la publicación digital NosoloSIG⁷¹ o la revista de la Asociación Española de Teledetección⁷².

2.9. Software de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas que posibilitan la combinación de capas de información geográfica para analizar-

la y elaborar mapas y, por tanto, son un recurso cartográfico básico para la investigación. Opciones comerciales existen, pero dada la tendencia actual de migrar a herramientas de *software* libre, especialmente por razones presupuestarias, se refieren a continuación una serie de sistemas libres y gratuitos para la generación y tratamiento de la información cartográfica (Olaya, 2014 ; Ortigosa y otros, 2014).

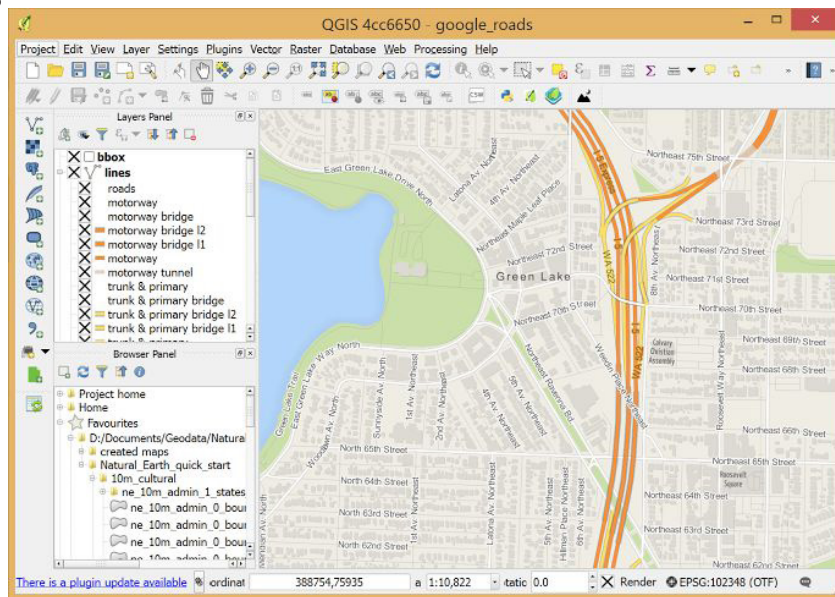
En primer lugar haremos mención a QGIS⁷³, denominado anteriormente Quantum GIS (figura 5), que en los últimos años está cobrando gran protagonismo. Trabaja bajo licencia GNU GPL y es un proyecto oficial de la fundación OSGeo. Puede visualizar, gestionar, editar y analizar datos y diseñar mapas. Se pueden realizar múltiples análisis con sólo este SIG o se pueden implementar otras aplicaciones en su mismo entorno de trabajo. Tal es el caso de GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*)⁷⁴ que es un *software* gratuito y de código abierto (licencia GNU GPL). Soporta información ráster o vectorial y posee herramientas de procesamiento digital de imágenes. También SAGA GIS⁷⁵ (*System for Automated Geoscientific Analyses*), que es un *software* híbrido de información geográfica desarrollado por Jürgen Böhrner y Olaf Conrad de la Universidad de Hamburgo (Alemania), puede ser implementado en QGIS o puede ser ejecutado como un *software* independiente.

También la aplicación gvSIG⁷⁶, que fue puesta en marcha en el año 2004 por la Consejería de Infraestructuras y Transporte de la Comunidad Valenciana, es un SIG de código abierto. Actualmente, se gestiona desde la Asociación gvSIG que engloba a entidades empresariales, universidades, administraciones públicas e institutos geográficos. A nivel nacional hemos de hacer referencia además a SEXTANTE⁷⁷, Sistema Extremeño de Análisis Territorial, que es una biblioteca de algoritmos de análisis espacial y código abierto que está disponibles para varios *software* de sistemas de información geográfica.

A nivel internacional podemos reseñar otras herramientas SIG como SPRING⁷⁸, desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil, que posibilita el tratamiento de imágenes de teledetección. Otros ejemplos pueden ser Kosmo Desktop⁷⁹ que es una plataforma de SIG Libre Corporativa distribuida bajo la licencia GNU GPL y desarrollada por la empresa SAIG S.L. o uDig⁸⁰, que es una aplicación SIG de escritorio escrita en Java y desarrollada por la empresa canadiense *Refractons Research*.

Asimismo son destacables aplicaciones como Whitebox GAT Project⁸¹, con multitud de herra-

Figura 5. QGIS



Fuente: <http://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

mientas para análisis espacial y teledetección que nace para reemplazar al programa *Terrain Analysis System (TAS)* desarrollado en la Universidad de Guelph, Canadá, MapWindow project⁸² de código abierto que presenta una arquitectura de *plugins* extensible, y OpenJump⁸³, de código abierto, escrito en Java y desarrollado y mantenido por voluntarios de todo el planeta.

En un ámbito más especializado está Diva GIS⁸⁴, *software* gratuito para cartografía y análisis de datos geográficos especialmente usado para el análisis de biodiversidad y distribución de especies, u OrbisGIS⁸⁵, que es una multiplataforma de código abierto creada para la investigación y dirigida por el laboratorio francés Lab-STICC. Contiene nuevos métodos y técnicas para modelar, representar, procesar y compartir datos espaciales, facilitando el monitoreo de territorios geográficos y la gestión de su evolución.

Finalmente, para usuarios no especialistas en SIG encontramos GeoDa⁸⁶ que es un *software* libre de análisis espacial. Presenta un entorno interactivo que combina mapas y gráficos estadísticos de manejo sencillo.

Existe una estrecha relación entre los SIG y la Teledetección, ya que uno de los objetivos de los SIG desde sus inicios es el almacenamiento, procesado y análisis de imágenes satelitales y aéreas. Por tanto, como complemento a este epígrafe, se adjunta una breve reseña de *software* libre de teledetección.

Inicialmente a nivel nacional y continental destacamos BEAM de la Agencia Espacial Europea (ESA)⁸⁷.

Es una caja de herramientas de código abierto y una plataforma de desarrollo para la visualización, análisis y procesamiento de datos ráster de teledetección. Desarrollado originalmente para la utilización de imágenes de los instrumentos ópticos de Envisat, BEAM ahora soporta un número creciente de otros formatos de datos de sensores como MODIS, AVHRR, AVNIR, PRISM y CHRIS / Proba.

Igualmente, con un uso muy extendido a nivel mundial, podemos encontrar Orfeo ToolBox (OTB)⁸⁸ que es un proyecto de código abierto para Teledetección. Construido bajo el amparo de la comunidad geoespacial de código abierto, puede procesar imágenes ópticas, multiespectrales y de radar de alta resolución a la escala de terabytes. Todos los algoritmos de OTB son accesibles desde QGIS.

En el contexto latinoamericano conviene señalar, por un lado, SOPI⁸⁹ que está especialmente diseñado para visualizar, procesar y analizar imágenes de sensores remotos, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y a las características de las misiones satelitales de observación de la Tierra de Argentina y Latinoamérica, en general. Del mismo modo, InterImage⁹⁰ que es una iniciativa de desarrollo de *software* de código abierto que forma parte de un proyecto de cooperación científica liderado en Brasil. Está especializado en clasificación automática basada en objetos.

Algunos con características más específicas son OPTICKS⁹¹, originalmente creado para el análisis hiperespectral por el Centro de Inteligencia Aérea y Espacial de los EE. UU., es una plataforma de *software* de teledetección gratuita y de código abier-

to, soporta datos vectoriales y ráster y funciona con grandes volúmenes de datos. También hay que mencionar a ILWIS (*The Integrated Land and Water Information System*)⁹², que combina SIG y teledetección y que dispone de un paquete completo de procesamiento de imágenes y análisis espacial.

Finalmente, conviene considerar el proyecto OSSIM (*Open Source Software Image Map*)⁹³ diseñado para la teledetección, procesado de imágenes, sistemas de información geográfica y fotogrametría. Es un potente conjunto de bibliotecas geoespaciales y aplicaciones utilizadas para procesar imágenes, mapas, terrenos y datos vectoriales. OSSIM fue fundado por varias agencias gubernamentales de EE. UU.

3. CREANDO NUESTRA PROPIA CARTOGRAFÍA

Conviene destacar que existen otras vías para difundir nuestra propia cartografía, en este caso una serie de servicios y aplicaciones que posibilitan la creación, almacenamiento y publicación de nuestros datos geográficos en la nube, y de tal modo, compartirlos con el resto de la comunidad científica.

A nivel mundial podemos destacar ArcGIS online⁹⁴ de ESRI que es una plataforma de representación cartográfica basada en la nube, aunque la cuenta pública gratuita para usos no comerciales tiene limitaciones de uso. Del mismo modo, QGIS Cloud⁹⁵ es un *plugin* de QGIS que se puede descargar desde su web y permite publicar los mapas de forma gratuita. Para limitar el acceso público a los mapas está la versión QGIS Cloud Pro.

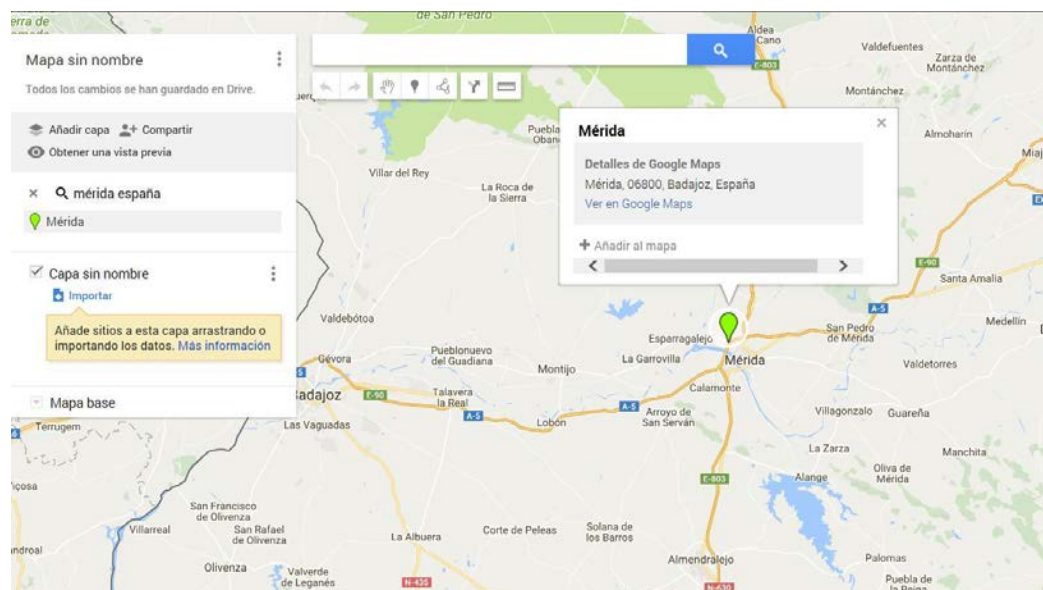
En el ámbito nacional encontramos CARTO⁹⁶, creado por una *startup* española, originalmente denominada CARTO-DB, que es una aplicación de código abierto y se enmarca en el concepto *SaaS* (*Software as a Service*) siendo un software de construcción y difusión de cartografía por internet, cuyo objeto es almacenar, visualizar y compartir fácilmente aplicaciones con información geoespacial. También destacamos InstaMaps⁹⁷, una plataforma web desarrollada por el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña.

En el entorno de Google destacan el servicio Google My Maps⁹⁸, para crear mapas a partir de los mapas base de Google Maps de forma sencilla (figura 6) y Google Fusion Tables⁹⁹ que es una aplicación de Google, integrada en Google Drive, para trabajar con tablas de datos dinámicas. Como en el caso anterior, es necesario disponer de una cuenta de Google.

En otro orden de cosas, es importante referir plataformas como Geocommons¹⁰⁰, para construir y compartir mapas a partir de una amplia base de datos o GISCloud¹⁰¹, siguiendo la misma filosofía anterior de crear, compartir y publicar mapas, con algunas funcionalidades gratuitas. Igualmente Polymaps¹⁰² que es una librería Java Script para crear mapas usando gráficos SVG (*Scalable Vector Graphics*).

Otras herramientas para diseñar y publicar mapas en la web son Mangomap¹⁰³, Mapbox¹⁰⁴, GeoWE¹⁰⁵, uMap¹⁰⁶, MapTiler¹⁰⁷, con algunas funcionalidades gratuitas y Worldmap¹⁰⁸ desarrollado por la Universidad de Harvard.

Figura 6. Interface de Google My Maps



Estas aplicaciones son un ejemplo de *Software-as-a-Service* (SaaS), *Software* como Servicio, y que ofrecen al usuario servidores ya operativos y con aplicaciones en funcionamiento para que solo tenga que subir sus datos y visualizarlos o analizarlos. La mayoría funciona con un modelo de negocio *freemium*, gratuito hasta cierto nivel de uso.

Hay que destacar que todas estas herramientas publican servicios de mapas no estándar, que no son interoperables y solo pueden ser visualizados desde una aplicación o cliente particular.

La alternativa que permite compartir datos geográficos en la web de manera estándar pasa por instalar, configurar y gestionar una aplicación de publicación de servicios estándar OGC (como los mencionados WMS, WMTS, WFS, WCS y otros) como GeoServer¹⁰⁹, MapServer¹¹⁰, Deegree¹¹¹ y otros.

4. METADATOS

Todos los datos geográficos mencionados en los epígrafes anteriores y susceptibles de ser descargados, necesitan, para estar completos, unos metadatos. Los metadatos describen los datos geográficos, documentan sus características y deben acompañar a cualquier cartografía disponible para que el usuario pueda calibrar la calidad del material que maneja y su utilidad. Los metadatos en el contexto que nos ocupa son, entre otros: el propietario y organismo productor de la información, la fecha de creación y actualización del recurso, sistema de referencia usado, escala, calidad, frecuencia de actualización, modelo de datos, etc. Además, los metadatos sirven para realizar búsquedas de datos en un catálogo.

Existen una serie de normas y pautas para la elaboración de metadatos como: la norma ISO 19115-1:2015, el Núcleo Español de Metadatos o el Reglamento INSPIRE de metadatos, para datos geográficos, y *Dublin Core Metadata* para datos alfanuméricos y otros recursos. Siguiendo los criterios de estas normas necesitamos unos editores de metadatos o herramientas para introducir la información necesaria que genera un fichero de metadatos. Entre los principales editores de metadatos, destacamos los siguientes.

El geoportal de INSPIRE ofrece un editor de metadatos¹¹² que trabaja en línea. Geonetwork dispone, a su vez, de un módulo de edición de metadatos como aplicación de escritorio¹¹³.

En el geoportal de metadatos de información geográfica del IGN¹¹⁴ tenemos enlaces a herramientas para la edición y creación de metadatos,

mencionando entre otras, a CatMDEdit¹¹⁵ o Meta-Data Editor¹¹⁶.

Por último, en este enlace¹¹⁷ del FGDC (Federal Geographic Data Committee de los EE. UU.) se accede a una tabla comparativa de los generadores de metadatos ISO.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se ha pretendido en este artículo proporcionar al investigador que necesita datos espaciales para su trabajo una serie de recursos gratuitos y abiertos disponibles en internet, independientemente de su especialización. Evidentemente la revisión siempre estará abierta a nuevas consultas sobre todo considerando la rápida evolución de algunos sistemas (*software* libre) y la versatilidad de los datos geográficos.

Llegados a este punto se podría recomendar a los investigadores que no solo aprovechen los datos geográficos abiertos disponibles, sino que también difundan sus resultados mediante servicios WMS y WMTS interoperables como Geoserver, Mapserver o Degree con preferencia a plataformas no estándar (Google Maps, Google Earth, MapQuest, Carto...). También sería recomendable que todos los investigadores que usan y generan datos geográficos dejaran descargar sus datos en formatos abiertos y bajo licencias abiertas.

En la publicación de estos datos se deben fijar unas condiciones de uso, como las establecidas en las licencias *Creative Commons*, que, reteniendo derechos de propiedad intelectual, permiten a otros copiar, distribuir y hacer algunos usos de los datos.

La misma cantidad en sí de recursos disponibles georreferenciados nos indica la buena salud de la que gozan los datos geográficos abiertos y los servicios estándar de geoinformación. A este punto se ha llegado gracias a una serie de circunstancias, aparte del obvio desarrollo tecnológico, como son la aparición de los Globos Virtuales, el cambio de mentalidad a la hora de compartir datos geográficos entre los diversos estamentos que los generan, las políticas de difusión, los movimientos *open software* y *open data* y las tendencias de cartografía colaborativa y *maptivismo*.

Evidentemente falta camino por recorrer, teniendo en cuenta que el porcentaje de información geográfica en abierto a nivel mundial actualmente se cifra en un 10%. Aunque la situación en España es irregular, ha mejorado sustancialmente en los últimos años.

6. NOTAS

1. Global Open Data Index: <https://index.okfn.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
2. UNE 148004:2018: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0059630#.WoKqueCGUk> [Consulta: 1 junio 2018].
3. Open Geospatial Consortium <http://www.opengeospatial.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
4. Glosario de términos geográficos y cartográficos: <http://geografia.uniovi.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
5. Glosario de términos geográficos y cartográficos: <https://biblioteca.ua.es/es/cartoteca/glosario-a.html> [Consulta: 1 junio 2018].
6. IDEE locales: <http://www.idee.es/web/guest/local> [Consulta: 1 junio 2018].
7. IDEE autonómicas: <http://www.idee.es/web/guest/autonomico> [Consulta: 1 junio 2018].
8. Confederaciones Hidrográficas: <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/funciones-estructura/organizacion-organismos/organismos-publicos/confederaciones-hidrograficas/#> [Consulta: 1 junio 2018].
9. Demarcación hidrográfica de Galicia-Costa: <http://visorgis.cmati.xunta.es/dhgc/> [Consulta: 1 junio 2018].
10. Agencia Catalana del Agua: <http://aca.gencat.cat> [Consulta: 1 junio 2018].
11. Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña: <http://www.icgc.cat/es/> [Consulta: 1 junio 2018].
12. Instituto Cartográfico de Valencia: <http://www.icv.gva.es/ca/inicio> [Consulta: 1 junio 2018].
13. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia> [Consulta: 1 junio 2018].
14. Lista servicios WMS y WMTS de la IDE de España: <http://www.idee.es/web/guest/directorio-de-servicios> [Consulta: 1 junio 2018].
15. Servicio de Cartografía de la Universidad de León: <http://servicios.unileon.es/cartografia/> [Consulta: 1 junio 2018].
16. Servicio de Cartografía Digital e Infraestructura de Datos Espaciales de la UEX: <http://secad.unex.es/portal/> [Consulta: 1 junio 2018].
17. Infraestructuras de Datos Espaciales de España: <http://idee.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
18. Centro de descargas del CNIG: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/> [Consulta: 1 junio 2018].
19. Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA): <http://pnoa.ign.es/es> [Consulta: 1 junio 2018].
20. Sistema de Información Urbana (SIU): http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALES/SIU/SIU2/ [Consulta: 1 junio 2018].
21. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente: <http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/default.aspx> [Consulta: 1 junio 2018].
22. Sistema integrado de Información del Agua (SIA): <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/sia-/infodescargas.aspx> [Consulta: 1 junio 2018].
23. Mapa Forestal de España : <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50.aspx> [Consulta: 1 junio 2018].
24. Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC): <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-parcelas-agricolas-sigpac/> [Consulta: 1 junio 2018].
25. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE): <http://www.siose.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
26. Instituto Geológico y Minero de España: <http://www.igme.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
27. Cartociudad: <http://www.cartociudad.es/portal/web/guest/directorio-de-servicios#WMS> [Consulta: 1 junio 2018].
28. Catastro: <http://www.sedecatastro.gob.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
29. Archivo topográfico nacional de lindes (ATNL): <http://atnl.coigt.com/#/auth> [Consulta: 1 junio 2018].
30. Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.es/welcome.shtml> [Consulta: 1 junio 2018].
31. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) : http://www.aemet.es/es/datos_abiertos/AEMET_OpenData [Consulta: 1 junio 2018].
32. Servidor cartográfico de recursos sociales (CSIC): <http://envejecimiento.csic.es/recursos/sigmayores/index.html> [Consulta: 1 junio 2018].
33. Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica (CSIC): <http://www.idearqueologia.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
34. Biodiversidad de las plantas de España (CSIC): <https://www.gbif.org/dataset/4cf3eec1-b902-40c9-b15b-05c5fe5928b6> [Consulta: 1 junio 2018].
35. IDEs transfronterizas: <http://www.idee.es/web/guest/transfronterizo> [Consulta: 1 junio 2018].
36. EuroGlobalMap: <https://eurogeographics.org/products-and-services/open-data/> [Consulta: 1 junio 2018].

37. European Environment Agency (EEA): <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps> [Consulta: 1 junio 2018].
38. The European Soil Database: http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/ESDB_data_1k_raster_intro/ESDB_1k_raster_data_intro.html [Consulta: 1 junio 2018].
39. European Location Framework (ELF): <http://www.elfproject.eu/es/content/resumen> [Consulta: 1 junio 2018].
40. Hub Virtual Europeo <http://www.vh.energic-od.eu/inicio> [Consulta: 1 junio 2018].
41. Global Administrative Areas (GADM): <http://www.gadm.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
42. Natural Earth: <http://www.naturalearthdata.com/downloads/> [Consulta: 1 junio 2018].
43. FAO GeoNetwork: <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home> [Consulta: 1 junio 2018].
44. United Nations Environment Programme : <http://geodata.grid.unep.ch/index.php> [Consulta: 1 junio 2018].
45. WorldMapper: <http://archive.worldmapper.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
46. OldMapsOnline: <http://www.oldmapsonline.org/about/> [Consulta: 1 junio 2018].
47. David Rumsey Map Collection: <http://www.davidrumsey.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
48. Ibercarto: <https://sge.org/ibercarto/> [Consulta: 1 junio 2018].
49. Google Maps: <https://www.google.es/maps> [Consulta: 1 junio 2018].
50. Google Earths: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html> [Consulta: 1 junio 2018].
51. Google Street View: <https://www.google.es/intl/es/streetview/> [Consulta: 1 junio 2018].
52. Indoor Google Maps: <https://www.google.com/maps/about/partners/indoormaps/> [Consulta: 1 junio 2018].
53. Bing Maps: <https://www.bing.com/maps?FORM=Z9LH3> [Consulta: 1 junio 2018].
54. ArcGIS Earth: <http://www.esri.com/software/arcgis-earth> [Consulta: 1 junio 2018].
55. Nasa WorldWin: <https://worldwind.arc.nasa.gov/> [Consulta: 1 junio 2018].
56. Marble: <https://marble.kde.org/index.php> [Consulta: 1 junio 2018].
57. IBERPIX: <http://www.ign.es/iberpix2/visor/> [Consulta: 1 junio 2018].
58. Open Streetmap: <http://www.openstreetmap.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
59. Wikimapia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikimapia> [Consulta: 1 junio 2018].
60. Crowdmap: <https://crowdmap.com/welcome> [Consulta: 1 junio 2018].
61. Geocaching: <http://www.geocachingspain.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
62. Listas de RedIRIS: <http://www.rediris.es/list/> [Consulta: 1 junio 2018].
63. Cartesia: <http://www.cartesia.org/foro/> [Consulta: 1 junio 2018].
64. OSGeo: <https://www.osgeo.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
65. Geoinquietos: <http://geoinquietosmadrid.github.io/geoinquietos-y-osgeoes/#/> [Consulta: 1 junio 2018].
66. I Encuentro Nacional de Geobloggers: <https://geronbeltran.com/2017/06/16/i-encuentro-nacional-geobloggers/> [Consulta: 1 junio 2018].
67. Revista Mapping: <http://mappinginteractivo.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
68. Revista Topcart: <http://www.coigt.com/publicaciones> [Consulta: 1 junio 2018].
69. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles: <http://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage> [Consulta: 1 junio 2018].
70. Revista CT/Catastro: http://www.catastro.meh.es/esp/ct_catastro.asp [Consulta: 1 junio 2018].
71. NosoloSIG : <http://www.nosolosig.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
72. Revista de la Asociación Española de Teledetección: <http://www.aet.org.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
73. Quantum GIS: <http://www.qgis.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
74. GRASS: <http://grass.osgeo.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
75. SAGA GIS: <http://www.saga-gis.org> [Consulta: 1 junio 2018].
76. gvSIG: <http://www.gvsig.org> [Consulta: 1 junio 2018].
77. SEXTANTE: [https://es.wikipedia.org/wiki/SEXTANTE_\(SIG\)](https://es.wikipedia.org/wiki/SEXTANTE_(SIG)) [Consulta: 1 junio 2018].
78. Spring: <http://www.dpi.inpe.br/spring/> [Consulta: 1 junio 2018].
79. Kosmo Desktop: <http://www.opengis.es/> [Consulta: 1 junio 2018].
80. uDig: <http://udig.refractor.net/> [Consulta: 1 junio 2018].
81. Whitebox GAT Project: <http://www.uoguelph.ca/~hydrogeo/Whitebox/> [Consulta: 1 junio 2018].

82. MapWindow: <http://www.mapwindow.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
83. OpenJump: <http://www.openjump.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
84. Diva GIS: <http://www.diva-gis.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
85. OrbisGIS: <http://orbisgis.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
86. GeoDa: <http://geodacenter.github.io/index.html> [Consulta: 1 junio 2018].
87. BEAM de la ESA: <http://www.brockmann-consult.de/cms/web/beam/> [Consulta: 1 junio 2018].
88. Orfeo ToolBox (OTB): <https://www.orfeo-toolbox.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
89. SOPI: <https://sopi.conae.gov.ar/index.php/software> [Consulta: 1 junio 2018].
90. InterImage: <http://www.lvc.ele.puc-rio.br/projects/interimage/> [Consulta: 1 junio 2018].
91. OPTICKS: [https://en.wikipedia.org/wiki/Opticks_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Opticks_(software)) [Consulta: 1 junio 2018].
92. ILWIS: http://ilwis.itc.utwente.nl/wiki/index.php/Main_Page [Consulta: 1 junio 2018].
93. OSSIM: Open Source Software Image Map: <https://trac.osgeo.org/ossim/> [Consulta: 1 junio 2018].
94. ArcGis online: <http://www.arcgis.com/features/index.html> [Consulta: 1 junio 2018].
95. QGISCloud : <http://qgiscloud.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
96. CARTO: <https://carto.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
97. InstaMaps: <https://www.instamaps.cat/#> [Consulta: 1 junio 2018].
98. Google My maps: <https://www.google.com/maps/d/> [Consulta: 1 junio 2018].
99. Google Fusion Tables: <https://support.google.com/fusiontables/answer/2571232> [Consulta: 1 junio 2018].
100. Geocommons: <http://geocommons.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
101. GISCloud: <http://www.giscloud.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
102. Polymaps: <http://polymaps.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
103. Mangomap: <https://mangomap.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
104. Mapbox : <https://www.mapbox.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
105. GeoWe: <http://www.geowe.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
106. uMap: <https://umap.openstreetmap.fr/es/> [Consulta: 1 junio 2018].
107. MapTiler: <https://www.maptiler.com/> [Consulta: 1 junio 2018].
108. Worldmap: <http://worldmap.harvard.edu/> [Consulta: 1 junio 2018].
109. Geoserver: <http://geoserver.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
110. MapServer: <http://mapserver.org/es/index.html> [Consulta: 1 junio 2018].
111. Deegree: <https://www.deegree.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
112. INSPIRE: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/editor/> [Consulta: 1 junio 2018].
113. Geonetwork Metadata: <https://geonetwork-open-source.org/> [Consulta: 1 junio 2018].
114. Geoportal de Metadatos del IGN: <http://metadatos.ign.es/herramientas> [Consulta: 1 junio 2018].
115. CatMDEdit: <http://catmdedit.sourceforge.net/> [Consulta: 1 junio 2018].
116. MetaData Editor: <https://sourceforge.net/projects/metadataeditor/> [Consulta: 1 junio 2018].
117. Tabla comparativa: <http://www.fgdc.gov/metadata/iso-metadata-editor-review> [Consulta: 1 junio 2018].

7. REFERENCIAS

- Aguilar Moreno, E.; Granell Canut, C. (2015). Gestión de datos geográficos en bibliotecas universitarias españolas: Estado de la cuestión. *Revista Española de Documentación Científica*, 38 (2), 13. <https://doi.org/10.3989/redc.2015.2.1193>
- Ariza López, F. J.; Ariza López, R. M.; Ureña Cámara, M. A.; Cortés José, J.; Ureña López, L. A. (2012). Preservación de la Información Geográfica: Perspectivas y situación en España. *Geofocus*, 12 (1), 171-200.
- BOE (2015). Orden FOM/2807/2015. Política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. *BOE Núm. 309 del 26/12/2015*, pp. 122165-122170.
- Felícísimo, Á. M. (2013). *Elaboración de cartografía para publicaciones científicas y documentos de divulgación*. <http://secad.unex.es/portal/index.php/2-uncategorised/5-curso>
- Granell Canut, C.; Aguilar Moreno, E. (2013). Se busca geobibliotecario: los datos geográficos entran en la biblioteca. *El Profesional de la Información*, 22 (6), 569-575. <https://doi.org/10.3145/epi.2013.nov.10>
- INSPIRE (2007). *Directiva 2007/2/CE de 14 de marzo por la que establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea*.
- Jiménez Pelayo, J. J. (1996). La descripción documental del fondo cartográfico antiguo: análisis de los aspectos

- tos conflictivos. *Revista Española de Documentación Científica*, 19 (2), 131-149. <https://doi.org/10.3989/redc.1996.v19.i2.621>
- LISIGE (2010). Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. *BOE* Núm. 163 del 06/07/2010, pp. 59628-59652.
- Marín López-Pastor, J. J. (2015). La confianza de la Información Geográfica Voluntaria (IGV). *Revista Cartográfica*, 91 (1), 123-131.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Víctor Olaya. p. 854.
- Ortigosa, L.; Pascual, N.; García, T.; Llorente, J. Á. (2014). Actualidad de los recursos cartográficos aplicados a la didáctica de las ciencias sociales: SIGs libres y mapas oficiales. *XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*, pp. 695-701. Alicante.
- Ramos, N.; Roset, R. (2012). Georeferenciación de mapas antiguos con la ayuda de usuarios. *Revista Catalana de Geografia*, XVII (46), 7.
- Rodríguez, A. F.; Vivas, P.; López, E.; Rodríguez, J. M.; Cabria, A.; Juanatey, M.; Sánchez, A. (2015). Panorama de datos y servicios en el campo de la IG en España. *VI Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales*, pp. 1-19. Sevilla.
- Rodríguez Mellado, J. A. (2011). "Geosociedad", la democratización de la cartografía y la participación ciudadana. *Mapping*, 147 30-38.
- Rueda Murria, J.; Santamaría Gutiérrez, A. (2015). Guía para la redacción de referencias bibliográficas de documentación cartográfica. *Mapping*, 24 (170), 44-56.